

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. August 2001 (09.08.2001)

PCT

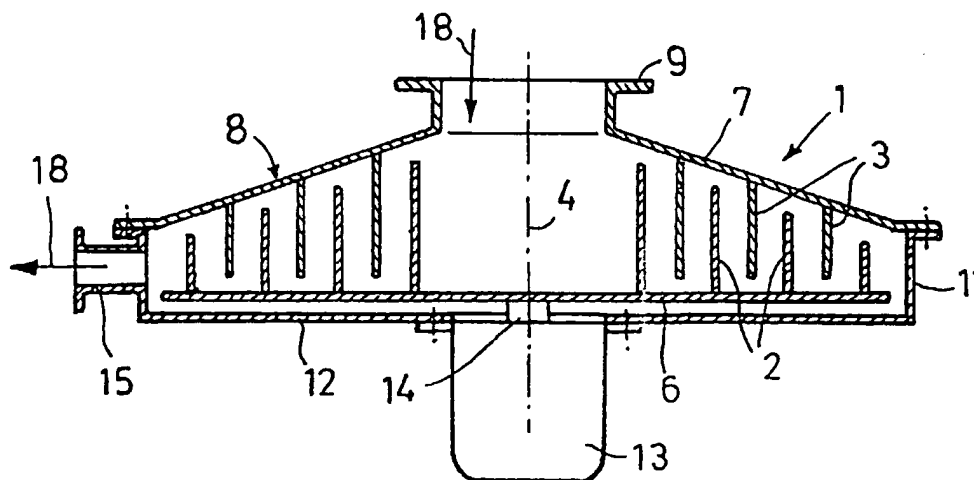
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/57402 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04D 17/16, 17/12
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00726
- (22) Internationales Anmeldedatum: 24. Januar 2001 (24.01.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 04 271.6 1. Februar 2000 (01.02.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE/DE]; Bonner Str. 498, 50968 Köln (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ENGLÄNDER, Heinrich [DE/DE]; Im Krähwinkel 4, 52441 Linnich (DE).
- (74) Anwalt: LEINEWEBER, Jürgen; Aggerstr. 24, 50859 Köln (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:
- mit internationalem Recherchenbericht
 - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FRICTION VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung: REIBUNGSVAKUUMPUMPE



(57) Abstract: The invention relates to a friction vacuum pump (1) comprising a fixed element (7) bearing rows of stator blades and a rotating element (6) bearing rows of rotor blades. The rows of stator blades and rotor blades are arranged concentrically with respect to the axis of rotation (4) of the rotating element (6) and engage with each other. In order to create a short friction pump, the elements (6, 7) bearing the rows of rotor blades and stator blades extend in a substantially radial manner and the longitudinal axes of the blades (2, 3) extend in a substantially axial manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Reibungspumpe (1) mit einem feststehenden, Statorschaufelreihen tragenden Bauteil (7) sowie mit einem rotierenden, Rotorschaufelreihen tragenden Bauteil (6), wobei die Stator- und Rotorschaufelreihen konzentrisch zur Drehachse (4) des Rotierenden Bauteils (6) angeordnet sind und ineinandergreifen; um eine in axialer Richtung kurze Reibungspumpe zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass sich die die Rotor- und Statorschaufelreihen tragenden Bauteile (6, 7) im wesentlichen radial und die Längsachsen der Schaufeln (2, 3) im wesentlichen axial erstrecken.

WO 01/57402 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Reibungsvakuumpumpe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Reibungsvakuumpumpe mit einem feststehenden, Statorschaufelreihen tragenden Bauteil sowie mit einem rotierenden, Rotorschaufelreihen tragenden Bauteil, wobei die Stator- und Rotorschaufelreihen konzentrisch zur Drehachse des rotierenden Bauteils angeordnet sind und ineinandergreifen.

Zu den Reibungsvakuumpumpen dieser Art gehören die Turbomolekularvakuumumpen, wie sie beispielsweise aus der WO 94/00694 bekannt sind. Sie sind nach Art einer Turbine mit Rotor- und Statorschaufelreihen ausgebildet. Stator und Rotor erstrecken sich im wesentlichen zylindrisch und sind koaxial zur Drehachse des rotierenden Bauteils angeordnet. Die Längsachsen der abwechselnd ineinander greifenden Stator- und Rotorschaufeln erstrecken sich radial, so dass sich eine im wesentlichen axial gerichtete Förderrichtung ergibt. Ein oder mehrere Paare einer Rotorschaufelreihe und einer Statorschaufelreihe bilden eine Pumpstufe. Die Einstellung der Fördereigenschaften einer Pumpstufe (Saugvermögen, Kompression) erfolgt über die Ausbildung der Schaufeln, vorzugsweise über deren Anstellwinkel.

Bei Turbomolekularvakuum pumpen nach dem Stand der Technik kann eine Mindestanzahl von Pumpstufen nicht unterschritten werden. Dadurch bauen Turbomolekularvakuum pumpen nach dem Stand der Technik relativ lang, zumal der Antriebsmotor die axiale Länge noch erhöht. Außerdem kann bei vorbekannten Turbomolekularpumpen nur ein Bauteil - üblicherweise der Rotor - einteilig ausgebildet sein, während das andere Bauteil - üblicherweise der Stator - aus einer Mehrzahl von Teilen bestehen muss, um die ineinander greifenden Schaufelreihen montieren zu können.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Reibungsvakuum pumpen der eingangs genannten Art zu schaffen, die in axialer Richtung wesentlich kürzer baut.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

Die Erfindung ermöglicht es, Reibungspumpen zu bauen, deren axiale Länge - abgesehen vom Antriebsmotor - die Länge der Stator- und Rotorschaukeln nicht wesentlich übersteigt. Da sich die Schaufeln axial erstrecken, können Rotor und Stator einteilig ausgebildet sein.

Zweckmäßig ist es, dass radial fördernde Pumpen der erfindungsgemäßen Art so betrieben werden, dass die geförderten Gase von außen nach innen strömen. Dabei erweist sich die Ausnutzung der unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten der Schaufeln als Vorteil, da sich entsprechend dem Druckgebiet die Reibungsverluste

reduzieren lassen. Außerdem lassen sich die Rückströmungsverluste gegenüber dem Axialverdichter in Förderrichtung stark reduzieren, da der Stator einteilig ausgeführt werden kann und sich keine große Toleranzkette durch die Vielzahl der Fügeteile ergibt. Ebenso minimieren sich die Rückströmverluste durch das Umströmen der Flügelspitzen, da auch hier die Spalte durch Ausrichten der Träger erheblich reduziert werden können.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die beschriebenen Flügelscheiben spanend durch Dreh- und Erodiermaschinen hergestellt werden können. Beide Techniken sind relativ preiswert. Mit der erzielbaren Reduzierung der Teilevielfalt ist die Erfindung eine echte Alternative, um dem heutigen Preisdruck zu begegnen.

Zweckmäßig ist es weiterhin, bekannte, axial verdichtende Turbomolekularvakuumpumpen mit erfindungsgemäß gestalteten, radial verdichtenden Reibungsvakuumpumpen zu kombinieren. Pumpsysteme dieser Art ermöglichen es, den Antriebsmotor auf der Hochvakuumseite anzuordnen, ohne dass Motor und Lager aus hochvakuumtauglichen Werkstoffen bestehen müssen. Schließlich ergeben sich Vorteile bei der Lagerung des rotierenden Bauteils. Lange Rotoren benötigen insbesondere dann, wenn sie fliegend gelagert werden sollen, einen hohen Lageraufwand, der bei den relativ kurzen Rotoren bei Reibungsvakuumpumpen nach der Erfindung nicht mehr erforderlich ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten sollen anhand von in den Figuren 1 bis 11 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 einen Radialschnitt durch die Flügel einer Reibungsvakuumpumpe nach der Erfindung,
- Figuren 2 bis 4 Axialschnitte durch unterschiedliche Ausführungen,
- Figuren 5 und 6 Schnitte durch eine zweiflutige Ausführung,
- Figur 7 einen Schnitt durch eine mehrstufige Lösung,
- Figur 8 eine Kombination einer radial fördernden Pumpstufe mit axial fördernden Reibungspumpenstufen sowie
- Figuren 9 bis 11 kombinierte Reibungspumpen für Mehrkammersysteme.

Figur 1 zeigt, dass sich in den Ausführungsformen einer Reibungspumpe 1 nach der Erfindung die Längsachsen der Schaufeln 2, 3 parallel zur Dehrachse 4 des rotierenden Bauteils erstrecken. Sie sind in konzentrischen Reihen um die Drehachse 4 angeordnet. Die Reihen der Rotor-schaufeln 2 und die Reihen der Statorschaufeln 3 wechseln einander ab. Sie greifen ineinander und haben in an sich bekannter Weise in Strömungsrichtung (Pfeil 16) wechselnde Anstellwinkel.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen, dass die Schaufeln 2, 3 Bestandteile von rotierenden bzw. feststehenden Trägern 6 bzw. 7 sind. Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 haben der rotierende Träger 6 und der feststehende Träger 7 die Form einer Scheibe. Bei der Ausführung nach Figur 3 ist die schaufelseitige Oberfläche der Statorscheibe 7 derart konisch ausgebildet, dass der Abstand zwischen den beiden Scheiben 6, 7 von außen nach innen abnimmt. Auch die Länge der Schaufeln 2, 3 nimmt von außen nach innen ab.

Bei der Ausführung nach Figur 4 hat der feststehende Träger 7 die Form eines Trichters, so dass der Abstand zwischen den Trägern 6 und 7 von innen nach außen abnimmt. Die Länge der Schaufeln 2, 3 ist dieser Abstandsänderung angepasst.

Figur 4 zeigt noch, dass der feststehende Träger 7 Bestandteil eines Gehäuses 8 der Pumpe 1 ist. Es besteht aus dem Träger 7 mit einem Anschlussstutzen 9 sowie aus einem flachen, topfförmig gestalteten Gehäuseteil 11, das mit seinem Rand am Träger 7 angeflanscht ist. Der Boden 12 des Gehäuseteils 11 erstreckt sich parallel zur Rotorscheibe 6. Er trägt den Antriebsmotor 13, dessen Welle 14 durch eine Öffnung im Boden 12 hindurchgreift und mit der Rotorscheibe 6 gekoppelt ist. Außerdem ist am Gehäuseteil 12 ein weiterer Anschlussstutzen 15 vorgesehen.

Vakuumpumpen werden vorzugsweise so betrieben, dass der Förderraum in Förderrichtung der Gase abnimmt. Diese Eigenschaft haben Reibungspumpen 1 nach der Erfindung

bereits dann, wenn die Gase von außen nach innen gefördert werden (vgl. die in den Figuren 1 bis 3 eingezeichneten Pfeile 16). Die Ausbildung des feststehenden Trägers 7 nach Figur 3 verstärkt noch diese Eigenschaft. Auch die Breite der Schaufeln 2, 3 kann von außen nach innen abnehmen (vgl. insbesondere Figur 1).

Natürlich ist auch ein Betrieb der Reibungspumpen mit entgegengesetzter Förderrichtung möglich. Dazu muss lediglich die Drehrichtung des Rotors 6 umgekehrt werden. Ein Beispiel für eine in dieser Weise betriebene Reibungspumpe 1 zeigt Figur 4 (Pfeile 18). Der Anschlussflansch 9 bildet den Einlass, der Anschlussflansch 15 den Auslass der Pumpe. Auf eine Veränderung des Förderraumes in Richtung der geforderten Gase wird dadurch Einfluss genommen, dass der Abstand der Träger 6, 7 und damit der Länge der Schaufeln 2, 3 von innen nach außen abnimmt.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine zweiflutige Ausführung einer Reibungspumpe 1 nach der Erfindung. Eine innere Gruppe von Schaufelreihen fördert die Gase radial nach außen (Pfeile 21), eine äußere Gruppe von Schaufelreihen von außen nach innen (Pfeile 22). Die Anschlussstutzen 9 und 15 sind Einlassstutzen. Zwischen den beiden Gruppen ist die Statorscheibe 7 mit einem Anschlussstutzen 23 ausgerüstet, der die Funktion eines Auslasses hat. Durch Umkehrung der Drehrichtung ergibt sich eine weitere Konfiguration (1 Ansaugstutzen, 2 Auslassstutzen), wie sie für Lecksucher mit Gegenstromprinzip genutzt werden kann. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, die Reibungspumpe 1 nach der Erfindung

mehrflutig auszubilden, d. h., mit mehreren Schaufelgruppen, die - verglichen mit ihren jeweils benachbarten Schaufelgruppen - entgegengesetzte Förderrichtung haben.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 7 befinden sich im Gehäuse 8 mehrere radial fördernde Pumpstufen axial übereinander. Das rotierende System umfasst zwei Rotorscheiben 6, die jeweils auf beiden Seiten Rotorscheufeln 2 tragen. Das Gehäuse 8 und ein gehäusefester Träger 25, der sich zwischen den beiden Rotorscheiben 6 befindet, tragen korrespondierende Statorschaufeln 3.

Eingezeichnete Pfeile 27 zeigen, dass der Anschlussstutzen 9 die Funktion eines Einlasses hat und dass die sich anschließenden, radial komprimierenden Stufen (insgesamt vier) abwechselnd von innen nach außen und von außen nach innen fördern. Der Auslass ist mit 26 bezeichnet. Er liegt innen und umgibt die Antriebswelle 14, so dass in diesem Bereich Dichtmittel nicht erforderlich sind. Durch eine Anpassung der Schaufellängen vom Einlass zum Auslass (Abnahme) kann wieder Einfluss auf das Volumen des Förderraumes genommen werden.

Figur 8 zeigt eine Möglichkeit, wie eine radial verdichtende Reibungspumpe 1 nach der Erfindung mit einer axial verdichtenden Reibungspumpe 31 nach dem Stand der Technik kombiniert werden kann. Die Reibungspumpe 31 besteht aus einer saugseitig angeordneten Turbomolekularpumpenstufe 32 und einer druckseitig angeordneten Molekularpumpenstufe 33, die als Holweckpumpe (wie darge-

stellt) oder auch als Gaede-, Siegbahn-, Engländer- oder Seitenkanalpumpe ausgebildet sein kann.

Die Reibungspumpen 1 und 31 befinden sich in einem gemeinsamen, etwa zylindrischen Gehäuse 35 mit seitlichem Einlass 36. Eine auf beiden Stirnseiten gelagerte (Lager 37, 38) Welle 39 trägt die jeweils rotierenden Bauteile der Pumpstufen (Rotorscheibe 6 der radial verdichtenden Pumpe 1, Rotor 41 der Turbomolekularpumpstufe 32, Zylinder 42 der Holweckpumpstufe 33). Der seitliche Einlass 36 der kombinierten Pumpe mündet zwischen der radial verdichtenden Pumpstufe 1 und der axial verdichtenden Pumpe 31. Der Auslass 44 der kombinierten Pumpe befindet sich auf der Druckseite der Molekularpumpstufe 33.

Die eingezeichneten Pfeile 45 und 46 zeigen, dass die radial verdichtende Pumpstufe 1 die zu fördernden Gase im Bereich ihrer Peripherie und die axial verdichtende Pumpe 31 - wie üblich - im Bereich ihrer Hochvakuumseite ansaugt. Die von der Pumpstufe 1 geförderten Gase gelangen über einen Bypass 47 unmittelbar zur Saugseite der Holweckpumpstufe 33.

Die Besonderheit der Lösung nach Figur 8 besteht darin, dass sich der Antriebsmotor 48 auf der Hochvakuumseite der axial fördernden Pumpe 31 befindet (und nicht wie üblich auf der Druckseite der Holweckpumpstufe 33). Dadurch, dass sich die radial verdichtende Pumpstufe 1 zwischen dem Einlass 36 und dem Antriebsmotor 48 befindet, kann im Motorraum 49 ein relativ hoher Druck aufrecht erhalten werden (z.B. 1×10^{-2} mbar). Die Verwen-

dung hochvakuumtauglicher Werkstoffe im Motorraum 49 ist nicht erforderlich. Außerdem unterstützt die radial fördernde Pumpstufe 1 die Förderleistung der Turbomolekularpumpstufe 32, ohne dass sich damit die Baulänge der Pumpe 31 wesentlich vergrößert.

Die Figuren 9 bis 11 zeigen Ausführungen von kombinierten Reibungspumpen für den Einsatz bei Mehrkammersystemen, hier Zweikammersystemen. Dabei handelt es sich z.B. um Analysengeräte mit mehreren Kammern, die auf unterschiedliche Drücke evakuiert werden müssen. Dadurch ist der Abstand der Ansaugstutzen vorgegeben, was beim Stand der Technik häufig dazu führt, dass relativ lange, fliegend gelagerte Rotorsysteme nötig sind, die aufwendige Lagersysteme erfordern.

Sämtliche Ausführungen nach den Figuren 9 bis 11 weisen zwei seitliche Einlässe 36, 36' auf. Sie sind durch mindestens eine radial verdichtende Pumpstufe 1 voneinander getrennt. Der Einlass 36 "sieht" jeweils, wie auch bei der Ausführung nach Figur 8, die Eintrittsbereiche einer axial fördernden Reibungspumpe 31 sowie einer radial von außen nach innen fördernden Reibungspumpe 1.

Bei der Ausführung nach Figur 9 mündet der Auslass der radial fördernden Pumpe 1 in den Einlassbereich einer zweiten Turbomolekularpumpenstufe 32', an den der zweite Einlass 36' angeschlossen ist. Die Pumpe 1 bewirkt, dass der Druck am Einlass 36 niedriger ist als am Einlass 36'. Auf der Druckseite der Turbomolekularpumpenstufe 32' befindet sich der Antriebsmotor 48.

Diese Druckseite ist über den Bypass 47 mit der Saugseite der Molekularpumpstufe 33 verbunden.

Ist die Förderung eines Teilstromes vom Einlass 36 in den Bereich des Einlasses 36' unerwünscht, kann eine weitere axial verdichtende Reibungspumpe 1' zur Trennung der Einlässe 36, 36' vorgesehen sein (Figur 10). Sie fördert einen Teilstrom der in den Einlass 36' gelangenden Gase. Die Auslässe der beiden Reibungspumpen 1 und 1' stehen mit dem Bypass 47 in Verbindung.

Die Ausführung nach Figur 11 weist anstelle der Turbomolekularpumpstufe 32' eine weitere axial fördernde Reibungspumpe 1'' auf. Diese Lösung kann eingesetzt werden, wenn die anfallende Gasmenge nicht hoch ist.

Bei den Ausführungen nach den Figuren 9 bis 11 sind jeweils zwei Hochvakuumpumpsysteme 32, 32' bzw. 1'' mit jeweils einem Einlass 36 bzw. 36' vorgesehen. Die gewählte Anordnung lässt es zu, auch weitere Hochvakuumpumpsysteme auf der gemeinsamen Welle 39 anzuordnen und deren Einlässe jeweils durch radial fördernde Pumpstufen nach der Erfindung voneinander zu trennen. Über Bypässe können sowohl die jeweiligen Hochvakuumpumpstufen, in der Regel Turbomolekularpumpstufen, als auch die Auslässe der radial fördernden Pumpstufen mit einer gemeinsamen Molekularpumpstufe verbunden werden.

Die angeführten Beispiele zeigen, dass die Kombination und die Reihenfolge der Pumpstufen beliebig ist und den applikationsbedingten Begebenheiten angepasst werden können. Die Anordnung der Pumpstufen erlaubt kompakte

Konstruktionen mit Lagern an beiden Wellenenden. Hierdurch lassen sich die Wellen beliebig steif machen. Dies führt zu rotordynamisch unproblematischen Konstruktionen, die zu dem auch noch eine gute Wuchtcharakteristik haben. Dadurch, dass nahezu beliebig viele nach Art von Bauteilen eines Baukastensystems ausgebildete Stufen auf einer Welle angebracht werden können, lässt sich eine Hochvakuumpumpe, die gegen Atmosphäre verdichtet, leichter realisieren.

Reibungsvakuumpumpe

1. Reibungspumpe (1) mit einem feststehenden, Statorschaufelreihen tragenden Bauteil (7) sowie mit einem rotierenden, Rotorschaufelreihen tragenden Bauteil (6), wobei die Stator- und Rotorschaufelreihen konzentrisch zur Drehachse (4) des rotierenden Bauteils (6) angeordnet sind und ineinandergreifen, dadurch gekennzeichnet, dass sich die die Rotor- und Statorschaufelreihen tragenden Bauteile (6, 7) im wesentlichen radial und die Längsachsen der Schaufeln (2, 3) im wesentlichen axial erstrecken.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Schaufeln (2, 3) tragenden Bauteile (6, 7) scheibenförmig gestaltet sind.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe von außen nach innen durchströmt ist.
4. Pumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufellänge von außen nach innen abnimmt.

5. Pumpe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufelbreite von außen nach innen abnimmt.
6. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer von innen nach außen durchströmten Pumpe (1) die Schaufellänge von innen nach außen abnimmt.
7. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das feststehende, die Statorschaufeln (3) tragende Bauteil (7) Bestandteil eines Gehäuses (8) der Pumpe (1) ist.
8. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei- oder mehrflutig ausgebildet ist.
9. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere radial fördernde Pumpstufen axial hintereinander angeordnet sind.
10. Pumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass rotierende und/oder feststehende Bauteile (6 bzw. 7) beidseitig Rotor- bzw. Statorschaufeln (2 bzw. 3) tragen.
11. Pumpe nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ihr Auslass radial innen angeordnet ist und die Antriebswelle (14) für die rotierenden Bauteile (6) umgibt.

12. Pumpe nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit mindestens einer weiteren Reibungspumpenstufe (32, 33) kombiniert ist.
13. Pumpe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierende Bauteil (6) gemeinsam mit den rotierenden Bauteilen (41, 42) der weiteren Reibungspumpenstufen auf einer Welle (39) angeordnet ist.
14. Pumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie die Hochvakuumseite einer weiteren Reibungspumpe (31) vom Motorraum (49) des gemeinsamen Antriebsmotors (48) trennt.
15. Pumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass der Pumpe (1) mit dem Einlass einer Molekularpumpe (33) verbunden ist.
16. Kombinierte Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei oder mehr Hochvakuumstufen (32, 33) mit jeweils einem Einlass (36, 36') aufweist und dass die Einlässe jeweils durch mindestens eine radial fördernde Pumpstufen (1, 1') voneinander getrennt sind.
17. Pumpe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Hochvakuumstufen (32, 32') mit jeweils einem Einlass (36, 36') vorgesehen sind und dass der Einlass der radialen Pumpstufe (1) mit

dem einen (36) der beiden Einlässe und ihr Auslass mit dem zweiten (36') der beiden Einlässe in Verbindung steht.

18. Pumpe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwei radial fördernde Pumpstufen (1, 1') die Einlässe (36, 36') voneinander trennen.
19. Pumpe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass für die Hochvakuumstufen (32, 32') und für die radial fördernden Pumpstufen (1, 1'; 1, 1'') eine gemeinsame weiterführende Molekularpumpe (33) vorgesehen ist.

- 1 / 4 -

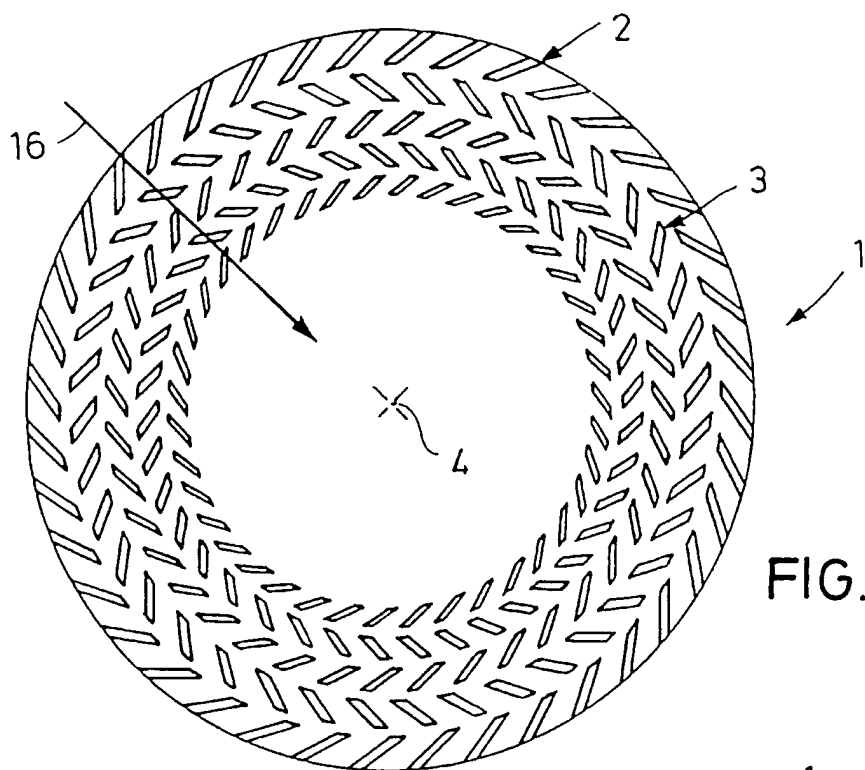


FIG. 1

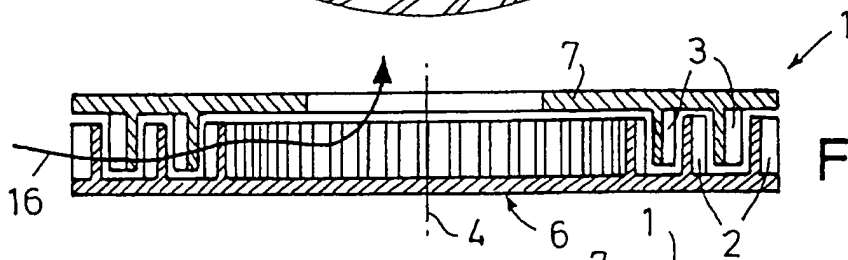


FIG. 2

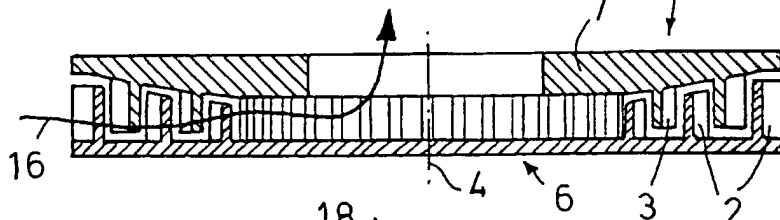


FIG. 3

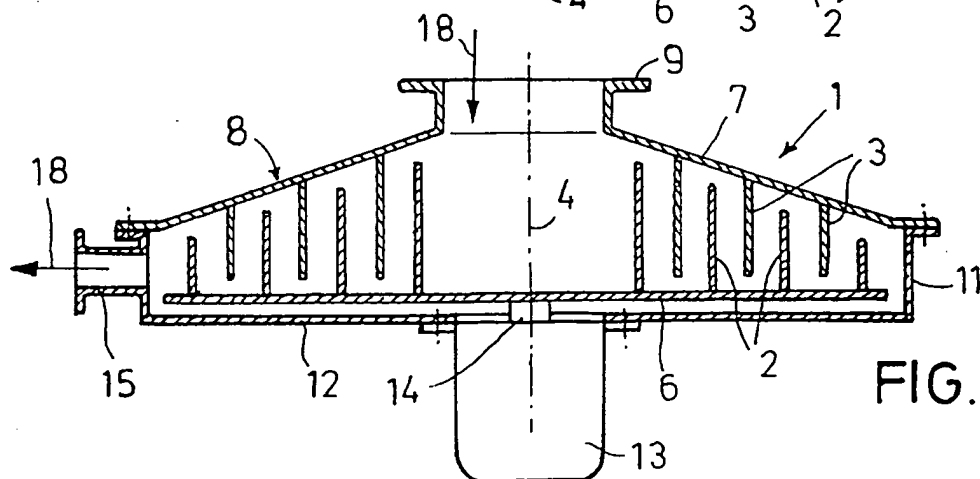


FIG. 4

- 2/4 -

FIG. 5

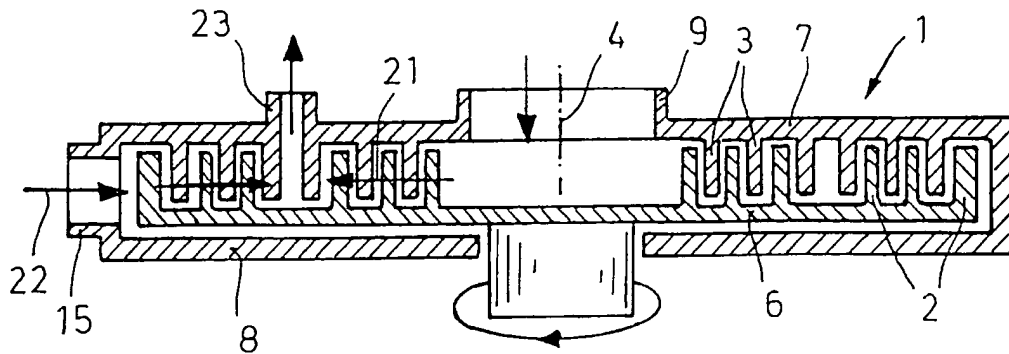
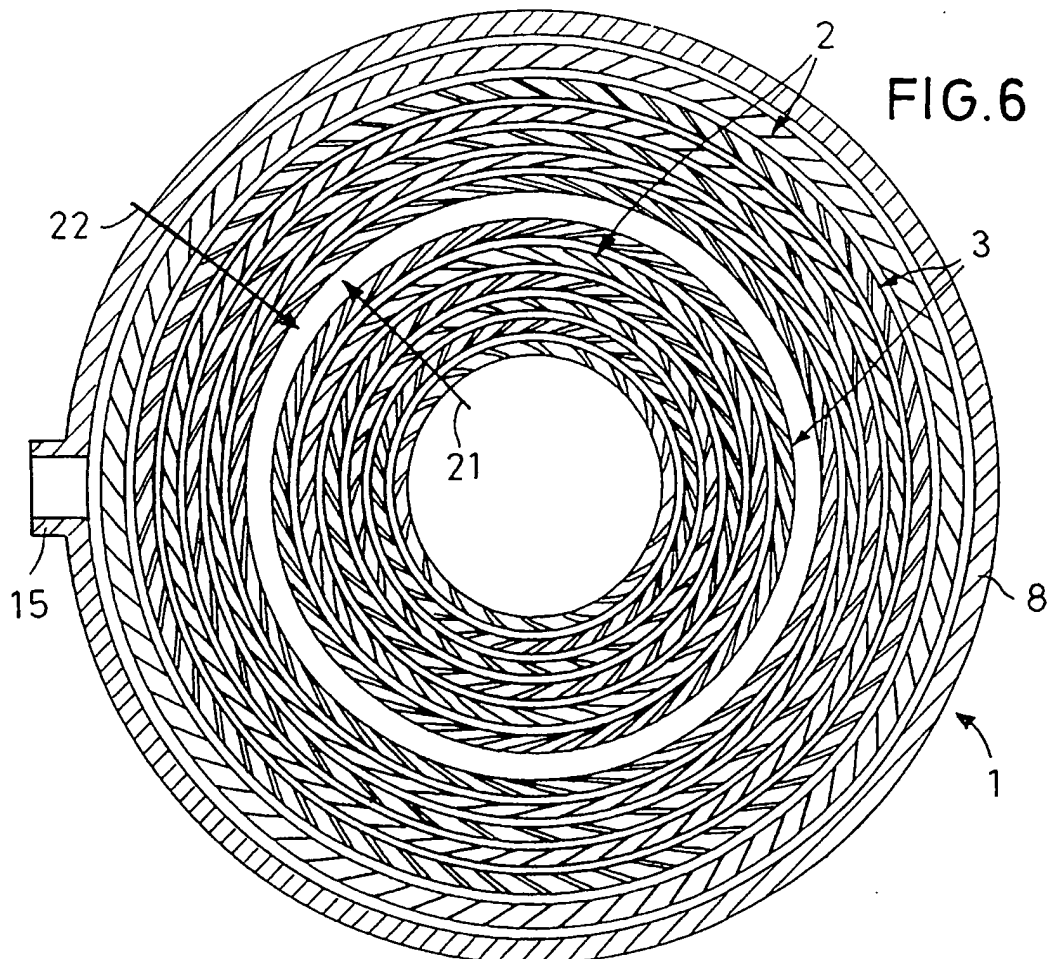
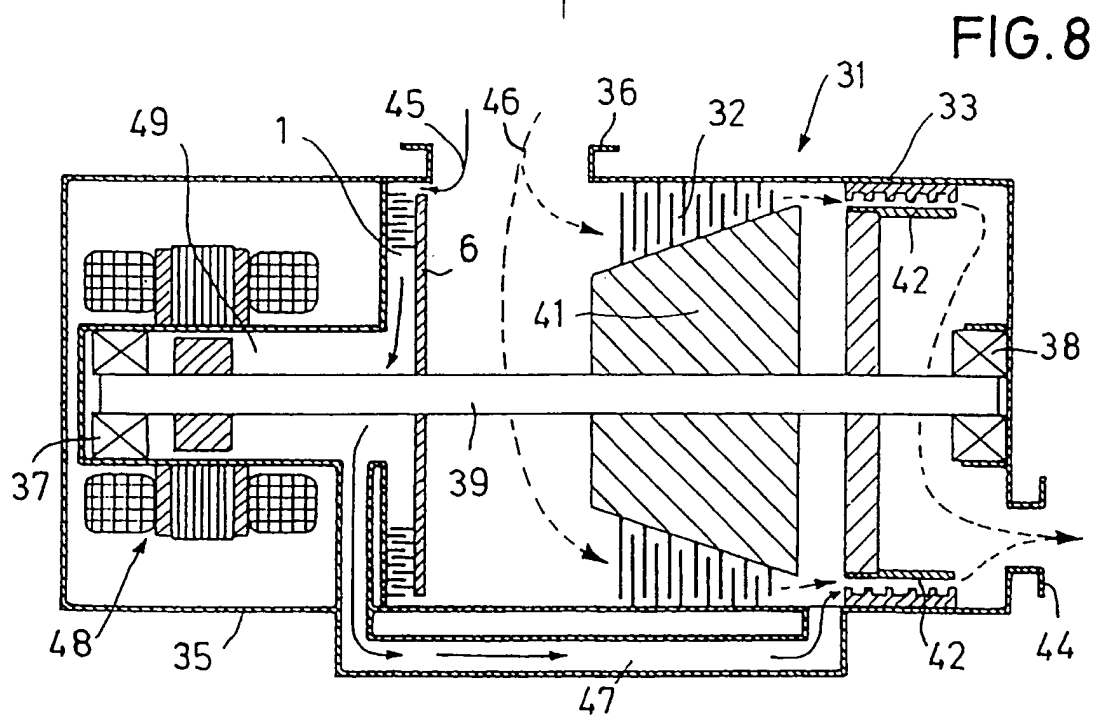
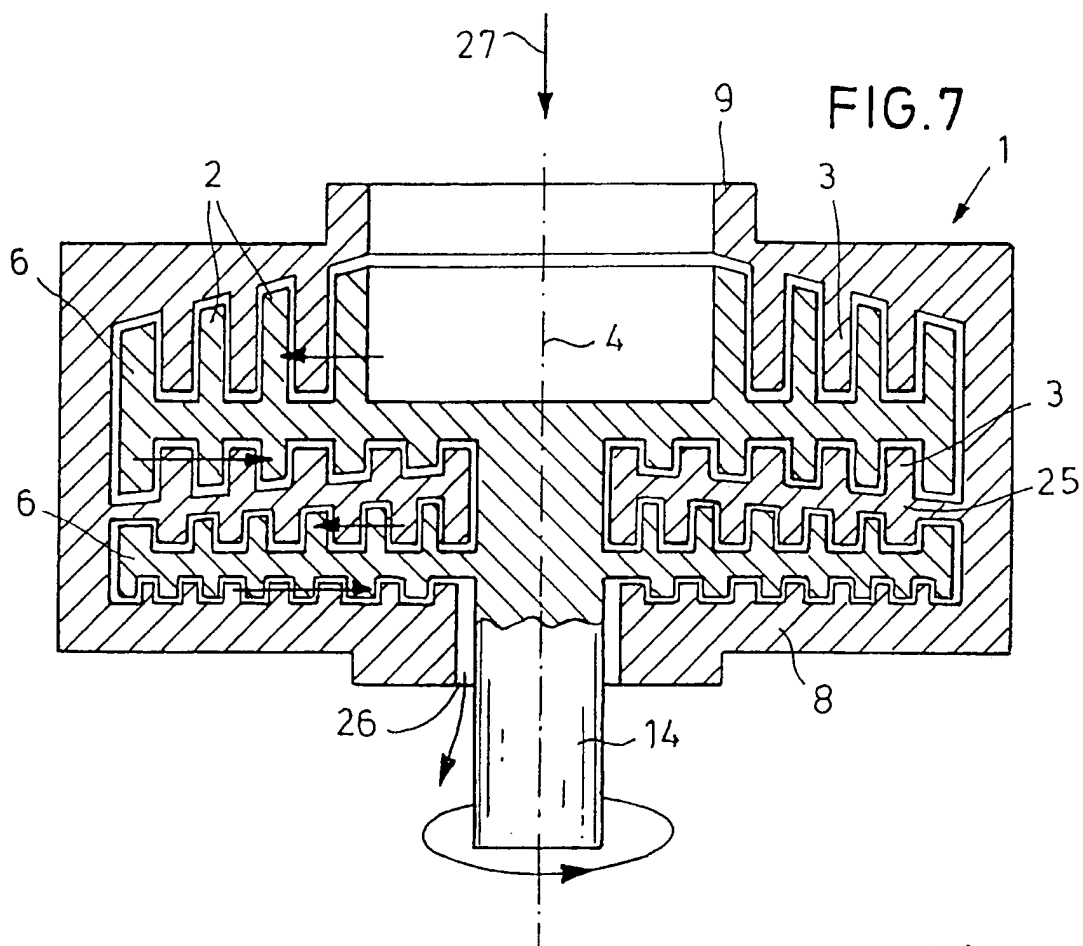


FIG.6



- 3 / 4 -



- 4 / 4 -

FIG.9

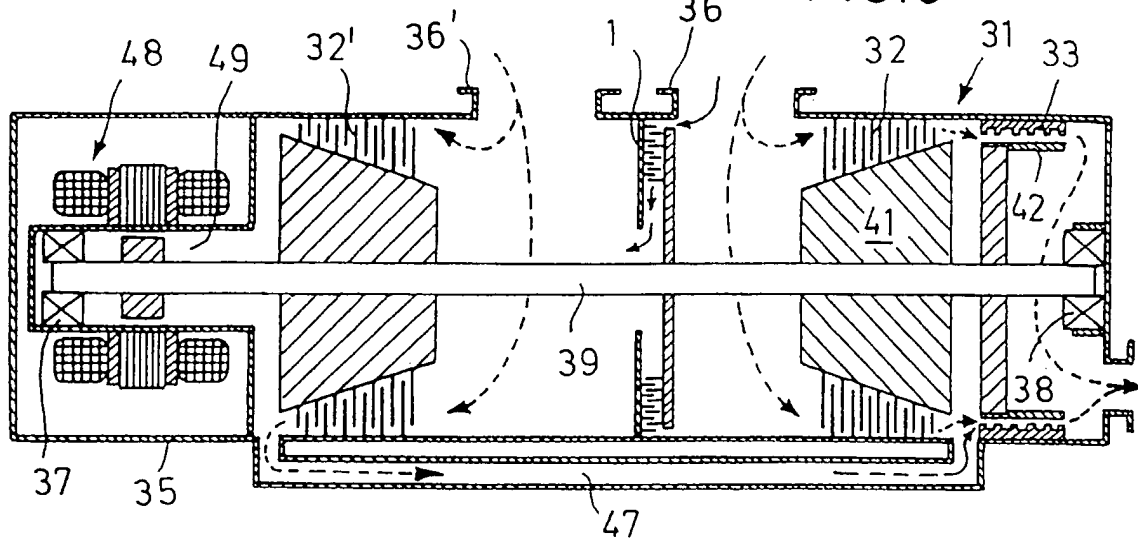


FIG.10

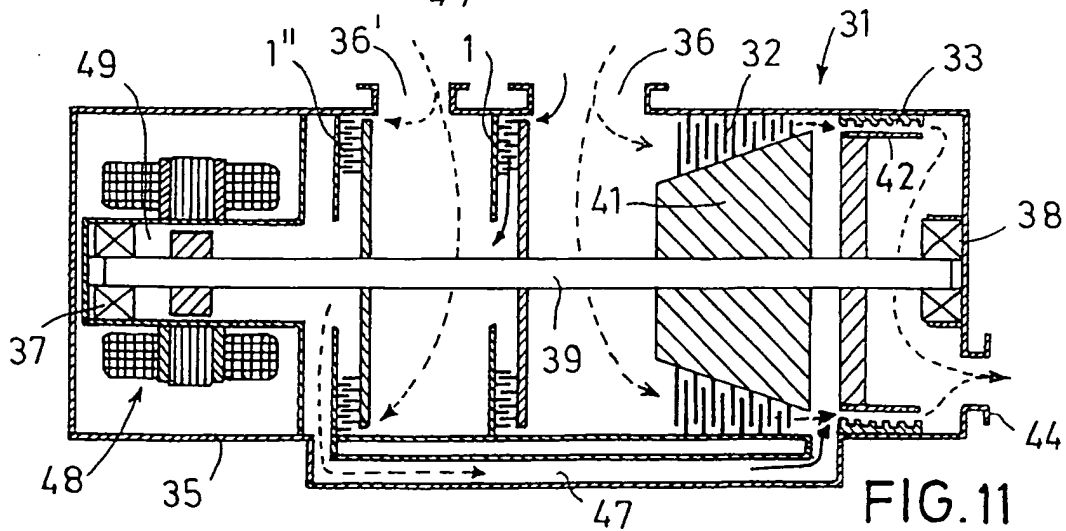
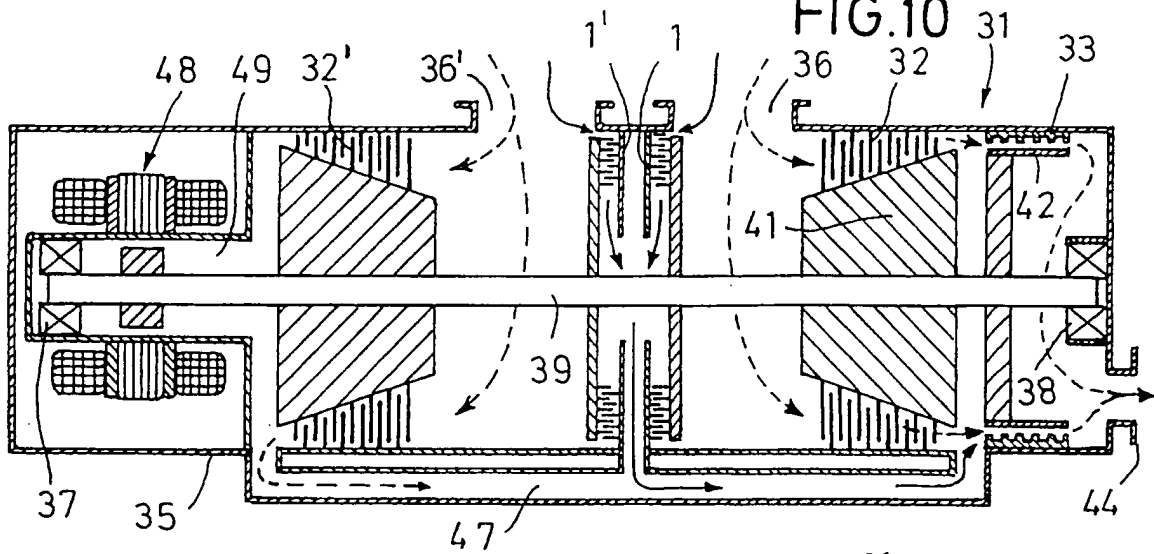


FIG.11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/EP 01/00726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F04D17/16 F04D17/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DD 107 118 A (BOLLINGER) 12 July 1974 (1974-07-12) page 5, line 18 -page 6, line 7; figures 1,2	1-3,7
X	FR 2 589 529 A (GUIMBAL JEAN) 7 May 1987 (1987-05-07) the whole document	1-3,7-11
X	CH 235 102 A (DUPONT EMILE) 15 November 1944 (1944-11-15) claim 1; figure 3	1
X	GB 479 427 A (GYOERGY JENDRASSIK) 31 January 1938 (1938-01-31) page 3, line 11 - line 37; figure 4	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2001

Date of mailing of the international search report

29/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Teerling, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No
PCT/EP 01/00726

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DD 107118	A	12-07-1974	NONE	
FR 2589529	A	07-05-1987	NONE	
CH 235102	A	15-11-1944	NONE	
GB 479427	A	31-01-1938	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00726

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04D17/16 F04D17/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F04D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DD 107 118 A (BOLLINGER) 12. Juli 1974 (1974-07-12) Seite 5, Zeile 18 -Seite 6, Zeile 7; Abbildungen 1,2 ----	1-3,7
X	FR 2 589 529 A (GUIMBAL JEAN) 7. Mai 1987 (1987-05-07) das ganze Dokument ----	1-3,7-11
X	CH 235 102 A (DUPONT EMILE) 15. November 1944 (1944-11-15) Anspruch 1; Abbildung 3 ----	1
X	GB 479 427 A (GYOERGY JENDRASSIK) 31. Januar 1938 (1938-01-31) Seite 3, Zeile 11 - Zeile 37; Abbildung 4 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Mai 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Teerling, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00726

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DD 107118	A	12-07-1974	KEINE	
FR 2589529	A	07-05-1987	KEINE	
CH 235102	A	15-11-1944	KEINE	
GB 479427	A	31-01-1938	KEINE	